

## INTISARI

### KAJIAN SIFAT DIELEKTRIK PADA *GREEN-SYNTHESIZED* NANOPARTIKEL MAGNETIT (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) YANG DIENKAPSULASI DENGAN *MESOPOROUS SILICA NANOPARTICLE (MSN)*

Oleh

Bagus Kusuma Dwi Arsita

21/474624/PA/20497

Penelitian ini berfokus pada pembuatan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN melalui *green synthesis* menggunakan ekstrak *Moringa Oleifera* untuk sintesis Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Konsentrasi MSN divariasikan dalam rasio 1:2, 1:4, dan 1:6. Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN dianalisis menggunakan *X-Ray Diffractometer (XRD)*, *Fourier Transform Infrared (FTIR)*, *Ultraviolet-Visible (UV-Vis) Spectroscopy*, serta spektroskopi impedansi terkomputerisasi untuk mengkaji struktur kristal, gugus fungsi, sifat optik dan energi celah pita, serta karakteristik dielektriknya. Pengujian sifat dielektrik dilakukan pada frekuensi 10-900 kHz, meliputi analisis impedansi dielektrik, permitivitas dielektrik (riil dan imajiner), serta *loss tangent*. Hasil XRD menunjukkan struktur *invers spinel cubic* dan penurunan ukuran kristal seiring peningkatan konsentrasi MSN, dengan ukuran masing-masing Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN (1:2), (1:4), dan (1:6) adalah  $14,2 \pm 0,2$  nm,  $15,5 \pm 0,1$  nm,  $14,5 \pm 0,1$  nm, dan  $13,3 \pm 0,1$  nm. Analisis FTIR mengonfirmasi terbentuknya nanokomposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN melalui munculnya gugus fungsi Fe–O dan Si–O–Si. Energi celah pita mengalami peningkatan berturut-turut sebesar 1,8 eV, 3,4 eV, 2,3 eV, 2,2 eV, dan 2,0 eV, sejalan dengan kenaikan konsentrasi MSN. Dalam rentang frekuensi 10-900 kHz, nilai permitivitas dielektrik (riil dan imajiner) tertinggi tercatat pada Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN (1:2), yaitu 358,8 dan 137,4 pada 10 kHz. Terdapat penurunan signifikan antara 10-200 kHz, kemudian stabil hingga 900 kHz. Nilai *loss tangent* terendah ditemukan pada Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN (1:2), yakni 0,38 pada 10 kHz, menunjukkan bahwa penambahan MSN mengurangi kehilangan energi dalam Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Impedansi menunjukkan penurunan pada frekuensi 10-200 kHz, dan diikuti pola yang meningkat pada 200-900 kHz.

**Kata kunci :** dielektrik, *green synthesis*, *Moringa oleifera*, MSN, nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN

## ABSTRAK

### ***STUDY OF DIELECTRIC PROPERTIES OF GREEN-SYNTHESIZED MAGNETITE NANOPARTICLES (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) ENCAPSULATED WITH MESOPOROUS SILICA NANOPARTICLES (MSN)***

By

Bagus Kusuma Dwi Arsita

21/474624/PA/20497

This study focuses on the preparation of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN through green synthesis using *Moringa Oleifera* extract for the synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. The concentration of MSN was varied in the ratio of 1:2, 1:4, and 1:6. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN nanoparticles were analyzed using X-Ray Diffractometer (XRD), Fourier Transform Infrared (FTIR), Ultraviolet-Visible (UV-Vis) Spectroscopy, and computerized impedance spectroscopy to study the crystal structure, functional groups, optical properties and band gap energy, and dielectric characteristics. Dielectric properties testing was carried out at a frequency of 10-900 kHz, including analysis of dielectric impedance, dielectric permittivity (real and imaginary), and loss tangent. XRD results show an inverse spinel cubic structure and a decrease in crystallite size with increasing MSN concentration, with the sizes of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN (1:2), (1:4), and (1:6) being  $14.2 \pm 0.2$  nm,  $15.5 \pm 0.1$  nm,  $14.5 \pm 0.1$  nm, and  $13.3 \pm 0.1$  nm, respectively. FTIR analysis confirms the formation of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN nanocomposites through the emergence of Fe–O and Si–O–Si functional groups. The band gap energy increases by 1.8 eV, 3.4 eV, 2.3 eV, 2.2 eV, and 2.0 eV, respectively, in line with the increase in MSN concentration. In the frequency range of 10-900 kHz, the highest dielectric permittivity (real and imaginary) values were recorded in Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN (1:2), which were 358.8 and 137.4 at 10 kHz. There was a significant decrease between 10-200 kHz, then stabilized up to 900 kHz. The lowest loss tangent value was found in Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN (1:2), which was 0.38 at 10 kHz, indicating that the addition of MSN reduced the energy loss in Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. The impedance showed a decrease at frequencies of 10-200 kHz, and was followed by an increasing pattern at 200-900 kHz.

**Keyword :** *dielektrik, green synthesis, Moringa oleifera, MSN, nanoparticle Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MSN*